

# METHOD FOR HEATING TREATING CYLINDRICAL WORK

E

Publication number: JP9143564

Publication date: 1997-06-03

Inventor: YOSHIDA ISAO; UEDA YOSHIRO; IJIMA YASUHIRO;  
MIZOGAMI HIROSHI; ONO SENICHI; TSUCHIYA  
YASUO

Applicant: TOPY IND; NIPPON DENSHI KOGYO KK

Classification:

- international: C21D1/10; C21D9/00; C21D9/08; C21D9/40; C21D1/09;  
C21D9/00; C21D9/08; C21D9/40; (IPC1-7): C21D9/00;  
C21D1/10; C21D9/08; C21D9/40

- European:

Application number: JP19950299997 19951117

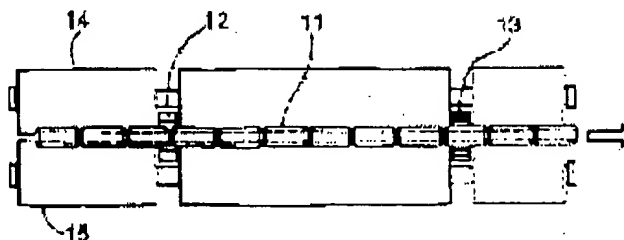
Priority number(s): JP19950299997 19951117

Report a data error here

## Abstract of JP9143564

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a heat treating method capable of reducing the dispersion of the quenching strain quantity.

**SOLUTION:** In outer circumferential quenching, while a work 11 is continuously cross-fed without spacing, it is subjected to high-frequency heating at more than the Ac3 point to 1000 deg.C in the axial direction and, in the radial direction, the distribution of the work temp. is uniformized till the work 11 reaches the cooling part 13 distant from the heating part 12, and cooling started before the work temp. reduces to the Ar3 point. In the case inner circumferential quenching is executed, the work 11 is heated from the inner circumferential face side, and the inner circumferential part is cooled by cooling only from the outer circumferential face side.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-143564

(43) 公開日 平成9年(1997)6月3日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	弁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D	9/00	9352 -4K	C 2 1 D	9/00 E
	1/10			1/10 H
				B
	9/08			9/08 B
	9/40			9/40 A
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-299997

(22) 出願日 平成7年(1995)11月17日

(71) 出願人 000110251

トビー工業株式会社

東京都千代田区四番町 5 番地 9

(71) 出願人 591053078

日本電子工業株式会社

東京都三鷹市下連雀 3 丁目 27 番 12 号

(72) 発明者 吉田 功

東京都千代田区四番町 5 番地 9 トビー工業株式会社内

(72) 発明者 上田 吉郎

東京都千代田区四番町 5 番地 9 トビー工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田淵 経雄

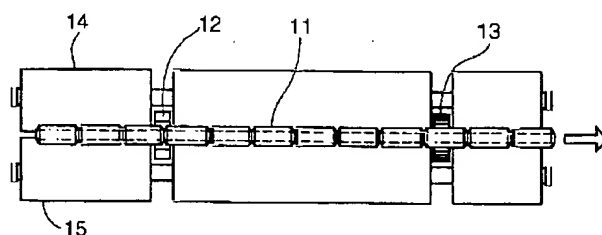
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 円筒状ワークの熱処理方法

(57) 【要約】

【課題】 焼入れ歪み量のばらつきを小さくできる熱処理方法の提供。

【解決手段】 外周焼入れにおいて、ワーク 11 を間を空けずに連続に横送りしつつ、加熱し、加熱部 12 から隔たった冷却部 13 にワーク 11 が至るまでにワークの温度分布を均一にし、ワーク温度が  $A r_3$  点まで下がる前に冷却を開始する。内周焼入れを行う場合は、ワーク 11 を内周面側から加熱し、外周面側のみからの冷却で内周部を冷却する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円筒状ワークを、間を空けずに連続に横送りしつつ、外周面側のみから、 $A_{c3}$  点以上でかつ1000℃以下の温度に高周波誘導加熱し、

ワークが加熱部から隔たった冷却部に至るまでの時間を利用してワークの温度分布を軸方向、半径方向に均一分布にし、

ワーク温度が $A_{r3}$  点まで下がる前に冷却を開始してワークを外周面側のみから冷却し、少なくともワーク外周部を焼入れ硬化する、工程からなる円筒状ワークの熱処理方法。

【請求項2】 少なくとも外周部が焼入れ硬化された前記ワークを縦送りしつつ、内周面側のみから加熱して内周面側を $A_{c3}$  点以上に高周波誘導加熱するとともに、内周面側の加熱と同時にまたは若干遅れてワークを外周面側のみから冷却することにより、ワーク内周部を焼入れ硬化するとともに芯部を焼もどしする、工程をさらに有する請求項1記載の円筒状ワークの熱処理方法。

【請求項3】 焼入れ硬化された前記ワークを低温にて焼もどしする、工程をさらに有する請求項1または2記載の円筒状ワークの熱処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、円筒状（中空円筒、中実丸棒の両方の場合を含む）のワークの、焼入れ歪み量のばらつきを小さくする、熱処理方法に関し、たとえば履帯用部品のひとつである（パワーショベル履帯用）ブッシュの熱処理方法などに利用できる（ただし、円筒状ワークは履帯用ブッシュに限るものではない）。

## 【0002】

【従来の技術】従来、履帯用ブッシュは、特公昭63-16314号公報に開示されているように、つぎの方法で製造されている。1. 図5に示すように、ワーク1をその軸線を中心にして回転させつつ、治具2に接触している下端面を数秒間同じ位置に停止させて（治具2に熱が逃げるのでその分入熱量を多くする）加熱コイル3により外周面側から高周波誘導加熱し、ついでワーク1をコイル3に対して下方に移動させて外周面側から高周波誘導加熱し、加熱直後に加熱直下で冷却ジャケット4からの冷却液にてワークを外周面側から冷却してワーク外周面側を焼入れ硬化する。2. ついで、図6に示すように、ワーク1を上記と同様に回転させつつ、ワーク1を加熱コイル5に対して下方に移動させて内周面側から高周波誘導加熱し、加熱直後に加熱直下で外周冷却ジャケット6、内周冷却ジャケット7から冷却液を噴出し、外周面側および内周面側より同時に冷却を行ってワーク内周部に高周波焼入れ硬化するとともに芯部を焼もどしする。3. ついで、低温にて焼もどしを行い、外、内周部の組織を焼もどしマルテンサイトにする。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の方法では、ワークを単品毎に処理するため、各ワーク毎に外周部の高周波焼入れ処理が端部で軸方向に不均一となる。とくに、ワークの下端面の治具と接する部分は治具に熱が逃げるため、ワークを停止させて他の部分よりも入熱量を多くしており、他の部分に比べて高温となる。しかも、加熱直下でワークを冷却しているため、ワークの温度分布が均一になるための時間がなく、ワークの温度分布が不均一のままで冷却が施されている。これらの結果、ワークには軸方向（長手方向）、半径方向（厚さ方向）で温度差が生じ、それが原因となって熱処理後の製品に、外径寸法のばらつき（直径で約±0.2～0.3mm）が生じている。従来は、ワークの外周表面をワーク熱処理後に研削加工することにより外径を製品寸法にしていたが、工程増、設備増になり、コストアップにつながっていた。従来方法において、この外径研削を省略すると、前述の如く熱処理後の外径寸法のばらつきが大きいため、ブッシュの外径寸法公差（直径で約±0.1mm）を満足することが困難であった。本発明の目的は、焼入れ歪み量のばらつきを小さくできる（そのためワークが履帯用ブッシュの場合は熱処理後のワーク外周研削を省略できる）円筒状ワークの熱処理方法を提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】この目的を達成する本発明の方法はつぎの通りである。

（1） 円筒状ワークを、間を空けずに連続に横送りしつつ、外周面側のみから、 $A_{c3}$  点以上でかつ1000℃以下の温度に高周波誘導加熱し、ワークが加熱部から隔たった冷却部に至るまでの時間を利用してワークの温度分布を軸方向、半径方向に均一分布にし、ワーク温度が $A_{r3}$  点まで下がる前に冷却を開始してワークを外周面側のみから冷却し、少なくともワーク外周部を焼入れ硬化する、工程からなる円筒状ワークの熱処理方法。

（2） 少なくとも外周部が焼入れ硬化された前記ワークを縦送りしつつ、内周面側のみから内周部を $A_{c3}$  点以上に高周波誘導加熱するとともに、内周面側の加熱と同時にまたは若干遅れてワークを外周面側のみから冷却することにより、ワーク内周部を焼入れ硬化するとともに芯部を焼もどしする、工程をさらに有する（1）記載の円筒状ワークの熱処理方法。

（3） 焼入れ硬化された前記ワークを低温にて焼もどしする、工程をさらに有する（1）または（2）記載の円筒状ワークの熱処理方法。

【0005】上記（1）の方法では、ワークを、間を空けずに連続に横送りするので、ワークの一端から治具への熱の逃げがなく、ワークを軸方向にほぼ均一な温度に加熱することができる。また、冷却部を加熱部から隔ててワークが加熱部から冷却部に搬送されるのに一定の時間を要するようにしたので、この間に放熱および熱伝導

によってワークの温度分布が軸方向、半径方向に均一化になり、温度差が少なくなる。これらの結果、ワークの温度分布が軸方向、半径方向に均一になり、焼入れ歪み量のばらつきが小さくなる。これによって、履帯用ブッシュの場合は熱処理後の外周研削が不要となり、その分製造コストが削減される。上記(2)の方法では、内周焼入れにおいて、内周加熱後の冷却を外周面側のみから行うようにしたので、内周部を直接冷却するよりも内周部の冷却が緩やかになり、それによってもワークの焼入れ歪み量の軸方向ばらつきを小さくすることができる。これによって、履帯用ブッシュの場合、熱処理後の外周研削が不要となり、その分製造コストが削減される。上記(3)の方法では、焼もどしが低温で行われるので、焼入れで生成したマルテンサイト組織がほとんど破壊されず、ワークは焼入れで得られた硬さが維持される。

#### 【0006】

【発明の実施の形態】本発明実施例の方法を図1～図3を参照して説明する。円筒形ワークとして、パワーショベルの履帯用ブッシュを例にとる。ただし、円筒状ワークはこれに限るものではなく、他の中空円筒または中実丸棒であってもよい。パワーショベルの履帯用ブッシュの場合、表面の摩耗防止のために、内、外周表面はHRC52程度以上の硬さが必要であり、靱性を確保するために、芯部はHRC40程度以下の硬さにして衝撃強さを確保することが必要である。熱処理によってこの表面硬さを得るために、円筒状ワークを、中炭素鋼（中炭素ボロン鋼）から作製する。その寸法は、たとえば、外径58.72mm、内径37.3mm、長さ144.8mmである。また、中炭素鋼は、炭素含有量が重量%で0.30以上、0.50以下のものをいう。試験材に用いた中炭素鋼の化学成分は、重量%で、Cが0.39～0.41、Siが0.15～0.35、Mnが1.0～1.2、Pが0.025以下、Sが0.025以下、Niが0.2以下、Crが0.1～0.2、Cuが0.3以下、Alが0.015～0.07、Tiが0.015～0.04、Bが0.0005～0.003であった。

【0007】本発明実施例の熱処理方法では、円筒状ワーク11を、図1、2に示すように、外周焼入れする。まず、中炭素鋼からなる円筒状ワーク11を、ワーク軸芯まわりに回転させながら、間を空けずに連続に横送りしつつ、加熱部（コイル12）にて、外周面側のみから、 $A_{c3}$ 点以上でかつ $A_{c3}$ 点近傍の温度（1000℃以下の温度）に高周波誘導加熱する。ここで、間を空けずに連続送りするのは、従来のような治具を設ける必要をなくし治具に奪われていた熱量をなくして、従来のようなワーク端部の一時停止加熱の必要性をなくするためである。この連続加熱により、各ワークを端部を含めて長手方向に均一に加熱でき、ワークの長手方向に温度差が生じることをできるだけ少なくすることができる。また、横送り（水平方向送り）とするのは、縦（上下方

向）の連続送りとする、装置の高さが大になり過ぎ、作業を不便にし、装置を設置する建屋の天井との干渉の問題を生じるからである。送りはワーク11を回転する一対のローラー14、15に載せ、ローラー14、15を回転させてワーク11を回転させ、一対のローラー14、15のうち一方をワーク進行方向に対して若干下傾させることにより行う。 $A_{c3}$ 点以上の温度に加熱するのは焼入れのためオーステナイト化するためであり、 $A_{c3}$ 点近傍の温度（1000℃以下の温度）に加熱するのは、焼入れで生成するマルテンサイト組織の結晶粒を微細に保つことによってブッシュ全体の靱性を確保し、たとえ使用中に表面に割れが発生しても割れの進展を抑制するためである。もしも1000℃以上に加熱すると結晶粒が粗大になり、使用中に表面に割れが発生すると容易に進展してブッシュ全体の割れにつながる。

【0008】ついで、ワーク11が、加熱部（コイル12）から隔たった冷却部（冷却ジャケット13）に至るまでの時間（たとえば、30～50秒）におけるワークの放熱および熱伝導を利用して、ワーク11の温度分布を軸方向、半径方向に均一分布にする。時間の経過と共にワーク温度は、ワーク11の放熱により、徐々に低下していく。ついで、ワーク温度が $A_{r3}$ 点まで下がる前に冷却部にて（冷却ジャケット13からの冷却液により）ワーク11の冷却を開始して、ワーク11を外周面側のみから冷却し、少なくともワーク外周部を焼入れ硬化する。実際には全肉厚が $A_{r3}$ 点以上から急冷されるので、ワークは全肉厚にわたって焼入れ硬化される。これによって、図4の外周焼入れ後の硬さ分布に示すように、ワーク11の全肉厚にわたってHRC56程度の硬さとなり、組織はマルテンサイト組織となる。

【0009】ついで、ワーク11に内周焼入れを施すとともに芯部に焼もどしを施す。少なくとも外周部に焼入れが施された後常温に戻っているワーク11を、図3に示すように、ワーク11を軸芯まわりに回転させながらワーク11を個別に縦送りしつつ、内周面側のみから、コイル16により加熱して、内周部を $A_{c3}$ 点以上で望ましくは $A_{c3}$ 点に近い温度（1000℃以下）に、高周波加熱する。 $A_{c3}$ 点に近い温度とするのは、焼入れによって生成したワーク内周部のマルテンサイト組織の結晶粒を微細として割れにくくする（クラックが発生しても進展しにくくする）ためである。この内周面側からの加熱と同時にまたは若干遅れてワーク11を、外周面側のみから、冷却ジャケット17から冷却液を噴射して冷却する。したがって、ワーク11の温度は内周部面で $A_{c3}$ 点以上、外周部で200℃以下、芯部で400～700℃（焼もどし温度）となる。この外周面側のみからの冷却で内周部を冷却してワーク内周部を焼入れ硬化するとともに、芯部を焼もどしする。従来は内周焼入れを内周面側からの加熱、外周面側および内周面側からの冷却で行うが、本発明方法では内周焼入れを内周面側か

らの加熱、外周面側からのみの冷却で行う。内周焼入れにより、内周部は図4の内周焼入れ後の硬さ分布状態に示すように、硬さがHRC56程度になる。また、内周焼入れにおいて、加熱時に400～700℃になる芯部は（外周部は200℃以下）、焼もどしされて、図4の内周焼入れ後の状態に示すように、硬さがHRC30～40のソルバイト組織になり、必要な靱性が確保される（割れに対して強くなる）。また、内周焼入れにおいて、内周部を外周面側のみからの冷却で冷却することにより、内周部の冷却が外周面側および内周面側からの冷却に比べてゆるやかになり、冷却時の歪み（主にワークの長手方向の歪み）が減少し、外径の歪み量のばらつきが従来の熱処理方法に比べて少なくなる。

【0010】について、外周、内周部に焼入れが施されたワーク11を低温焼もどしする。これは炉内加熱のバッチ処理で行う（約2.5Hr）。低温焼もどしとするのは、外周、および内周焼入れで生成したマルテンサイト組織を破壊せずに、外周焼入れ、内周焼入れで得られた硬さを維持するためである（図4の焼もどし後の硬さ分布参照）。焼もどし後の外、内表面の硬さはHRC52程度以上のレベルにある。上記では、ワークとして履帯用ブッシュを例にとったが、ワークは履帯用ブッシュに限るものではなく、一般に中空円筒については上記の外周焼入れ、内周焼入れ、焼もどしは適用でき、中空円筒、および中実丸棒であっても上記の外周焼入れ、焼もどしは適用でき、本発明はそれらをも含む。

【0011】

【発明の効果】請求項1の方法によれば、ワークに外周焼入れを施すに際し、ワークを間を空けずに横送りしつつ外周面側から加熱するようにしたので、従来のワークを支えるのに治具を用いた縦送りの外周焼入れに比べて、治具への熱の逃げがなくなり、したがっていったん停止の下端加熱の必要がなくなり、ワークを軸方向に均一に加熱することができ、従来生じていたワーク長手方向の歪み量のばらつきが大幅に減少する。また、冷却部が加熱部から隔たっており、ワークが冷却部に搬送され

る間にワークの温度が均一になるので、従来のように加熱直下の冷却に比べてワークの歪みが減少する。これらの作用、効果によって、焼入れ歪み量のばらつきが従来方法に比べて大幅に小さくなる（±0.1mm以下になる）。その結果、ワークの熱処理後の外周研削が不要になり、工程削減、コストダウンがはかれる。請求項2の方法によれば、ワークに内周焼入れを施すに際し、内周面側からの加熱、外周面側のみからの内周部冷却としたので、内周部冷却がゆるやかなものとなり、従来の内周面側からの加熱、内周面側からの直接冷却に比べて、ワークに生じる焼入れ歪み量のばらつきが大幅に小さくなる。その結果、ワークの熱処理後の外周研削が不要になり、工程削減、コストダウンがはかれる。請求項3の方法によれば、低温焼もどしとしたので、焼入れで得られた必要な硬さが維持されるとともに、寸法も維持される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の方法の外周焼入れの工程を実施する装置の平面図である。

【図2】図1の装置の正面図である。

【図3】本発明実施例の方法の内周焼入れの工程を実施する装置の縦断面図である。

【図4】本発明実施例の方法の各工程後における硬さ分布図である。

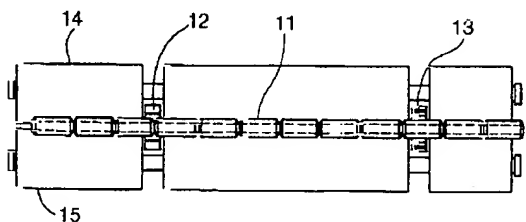
【図5】従来の履帯用ブッシュの外周焼入れを行う装置の側面図である。

【図6】従来の履帯用ブッシュの内周焼入れを行う装置の側面図である。

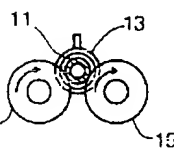
【符号の説明】

- 11 ワーク
- 12 コイル
- 13 冷却ジャケット
- 14、15 ローラー
- 16 コイル
- 17 冷却ジャケット

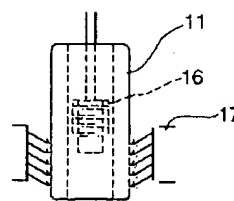
【図1】



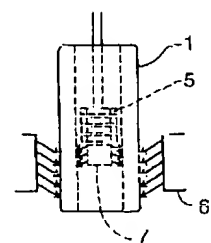
【図2】



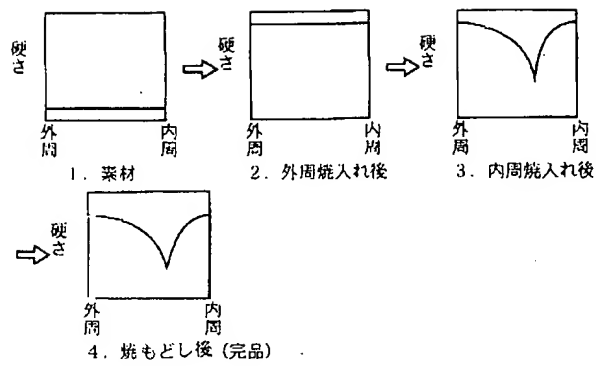
【図3】



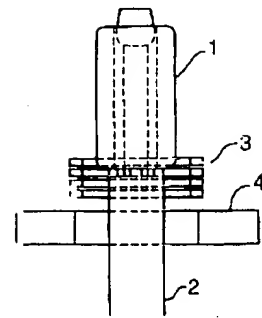
【図6】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 飯嶋 康仁  
東京都千代田区四番町5番地9 トピー工  
業株式会社内  
(72)発明者 溝上 博  
神奈川県相模原市橋本4-11-5-401

(72)発明者 小野 専一  
神奈川県茅ヶ崎市中島849-3  
(72)発明者 土屋 安夫  
神奈川県茅ヶ崎市下町屋2-2-2